

Рис. 1. Схема расположения холодильника под вагонеткой

В качестве датчиков температуры используются термопары в фарфоровой изоляции. Их холодные спаи выведены под вагонетку на клеммную колодку, соединенную с адаптером. Адаптер преобразует сигнал термопары и подает его на универсальный регистратор параметров (рис. 2).

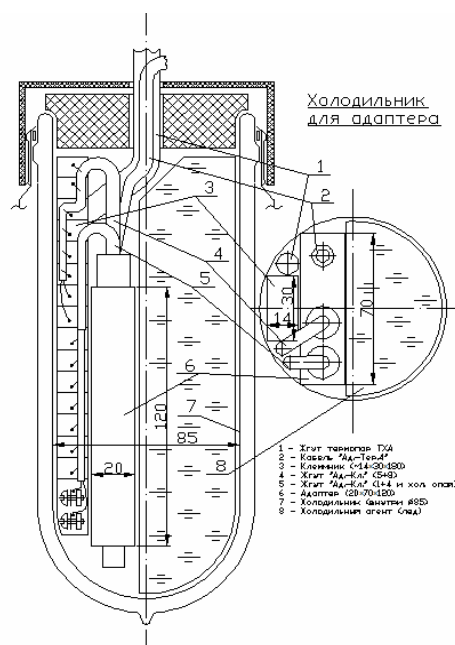


Рис. 2. Схема регистрирующего прибора

Данная система позволяет собирать 8...16 термопар, расположенных в различных местах садки керамических изделий. Полученные кривые изменения температур покажут соответствие реального хода процесса обжига и

позволят оптимизировать технологический процесс.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ И АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Щербинин К.А., Ивакина С.А., Бородин В.С., Муңц Ю.Г., Муңц В.А.
УрФУ, sherbinin.ka@gmail.com

Расчет тепловых нагрузок по укрупненным показателям проводится при отсутствии проектных данных на здания, а также в случае, когда для наладки систем водяного отопления достаточно определения тепловой нагрузки здания в целом. Наиболее распространённая и используемая более 50 лет методика основывалась на определении тепловой нагрузки здания в зависимости от его

объема, определенного по наружному обмеру, данная в работах Соколова Е.Я. [1] и Апарцева М.М. [2]. Наконец, в 2000 году МДМ 41-4.2000 [3] была узаконена Приказом Госстроя России № 105 от 6 мая 2000 г. В соответствии с данным документом, расчетную часовую тепловую нагрузку отопления отдельного здания (для анализа – без учета инфильтрации) определяют следующим образом:

$$Q_o = \alpha V q_o (t_g - t_{p.o}), \quad (1)$$

где q_o – удельная отопительная характеристика здания при расчётной температуре для систем отопления $t_{p.o} = -30$ °С, ккал/м³·ч·°С (Вт/м³·°С); α – поправочный коэффициент, учитывающий отличие расчетной температуры наружного воздуха для проектирования систем отопления t_g в местности, где расположено рассматриваемое здание, от $t_{p.o} = -30$ °С, при которой определено соответствующее значение q_o ; V – объём здания по наружному обмеру, м³.

Данная методика расчета неоднократно подвергалась критике, например, в работе Беляйкиной И.В. [4], поскольку она не учитывает множество факторов, определяющих теплопотери: конфигурацию здания в плане, его высоту, долю остекления и др. Тем не менее, удельные отопительные характеристики, данные в работе Соколова Е.Я. [1] для зданий, построенных до 1958 года, вполне удовлетворительно совпадают (рис. 1) с рядом проектных значений удельных тепловых потерь для кирпичных зданий высотой от 1 до 5 этажей с объёмом от 750 до 20000 м³ [4, с. 96]. Удельные отопительные характеристики, данные в работе

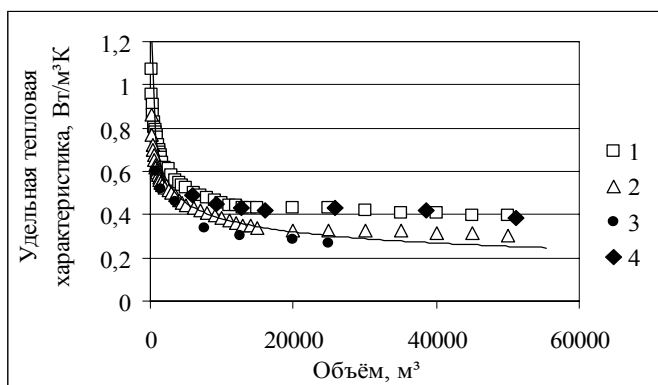


Рис. 1. Зависимость удельной отопительной характеристики от объёма здания: 1 – данные [3, с. 19] после 1958 г.; 2 – данные [3, с. 19] до 1958 г.; 3 – данные из работы Беляйкиной И.В. [4], кирпичные жилые здания; 4 – данные работы Беляйкиной И.В. [4], здания из сборного железобетона; линия – расчет по (4)

Соколова Е.Я. [1] для зданий, построенных после 1958 года (когда и началось панельное домостроение), вполне удовлетворительно совпадают (рис. 1) с рядом данных для типовых проектов многосекционных зданий с наружными стенами из железобетонных блоков [4, с. 96].

Если говорить о районных городах (исключая крупные областные города), то очевидно, что существующий муниципальный фонд построен во времена СССР, когда действовал СНиП II-A.7-71 [6]. Данный СНиП не нормировал абсолютных значений термических сопротивлений ограждений, а нормировал перепад между температурой воздуха в помещении и температурой на внутренней поверхности ограждений: для стен перепад составлял 6 °С, для чердачных перекрытий и покрытий – 4,5 °С [5, с. 74]. Нормировалось термическое сопротивление теплоотдачи для внутренних поверхностей стен, полов, а также потолков $R_1 = 0,133$ °С·м²·ч/ккал, и для наружных поверхностей, граничащих с наружным воздухом $R_2 = 0,05$ °С·м²·ч/ккал [5, с. 39]. На основе этих данных, мо-

жет быть рассчитан удельный тепловой поток и термические сопротивления ограждений R_i из следующего равенства

$$q = \frac{\Delta t}{R_{\Sigma}} = \frac{t_e - t_{po}}{R_1 + R_i + R_2}. \quad (2)$$

Кроме того, СНиП II-A.7-71 нормирует коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждений по отношению к наружному воздуху: для наружных стен $n_{cm}=1$, для чердачных перекрытий и бесчердачных покрытий $n_{нок}=0,9$, для перекрытий над неотапливаемыми подвалами $n_{пер}=0,6$.

На основе этих данных, которые были правилом, определяющим минимальные термические сопротивления ограждений зданий, построенных в 70-е и 80-е годы, можно рассчитать удельную отопительную характеристику, отнесенную к единице объёма здания:

$$q_o = \frac{\Sigma F_i / R_i}{V} = \frac{1}{V} \left[\frac{F_{нар}}{R_{cm}} \cdot (1 - \rho) + \frac{F_{нар}}{R_{np}} \cdot \rho + \frac{n_{нок} F_{нок}}{R_{нок}} + \frac{n_{пер} F_{пер}}{R_{пер}} \right], \quad (3)$$

где $R_{ст}$; $R_{пр}$; $R_{нок}$; $R_{пер}$ – термические сопротивления стен, оконных проёмов, покрытий и перекрытий соответственно; c – коэффициент остекления. Учитывая, что объем зданий прямоугольной конфигурации можно представить как произведение $V \approx F_{пер} \cdot H \approx F_{нар} \cdot H$ (где H – высота здания), а отношение площади поверхности наружных стен к объёму здания представляет собой отношение периметра основания здания к его площади: $2(a+b)/(a \cdot b) = (2/b) \cdot (1 + a/b)$, в работе Беляйкиной И.В. [4] получено выражение для удельной отопительной характеристики в виде:

$$q_o = \frac{2}{b} \cdot \left(1 + \frac{1}{m} \right) \cdot \left(\frac{(1 - \rho)}{R_{cm}} + \frac{\rho}{R_{np}} \right) + \frac{1}{H} \cdot \left(\frac{n_{нок}}{R_{нок}} + \frac{n_{пер}}{R_{пер}} \right), \quad (4)$$

где b – ширина здания, которая может быть принята для жилых зданий в диапазоне от 5 до 14 м? исходя из условий освещенности, а m – отношение длины здания к его ширине, которая может меняться в диапазоне от 1 до 10. Термическое сопротивление оконных проёмов принято равным $R_o=0,44$ °С·м²/Вт, в соответствии с приложением 6*, взятым из СНиП II-3-79 [7], доля остекления $c=0,18$, взята из СНиП 23-02-2003 [8]. Рассчитанные по данным СНиП II-A.7-71 [6] в соответствии с выражением (2) термические сопротивления составили при $t_{p.o.} = -35$ °С: для стен $R_{ст} = 0,89$ °С·м²/Вт, для покрытий и перекрытий $R_{нок}=R_{пер}=1,2$ °С·м²/Вт. На рис. 1 приведено сопоставление рассчитанных по (4) (диапазон $b=5-12$, $H=4-64$ м; $m=1-10$) удельных тепловых характеристик с нормируемыми в МДМ 41-4.2000 [3] значениями и данными реальных проектов, приведенных в работе Беляйкиной И.В., которое подтверждает правомерность использования для расчётов удельной тепловой характеристики, определённой по наружному объёму зданий.

Анализируя выражение (4), следует отметить, что основными параметрами, определяющими соотношение потерь теплоты через различные виды ограждений, являются высота и ширина зданий. Ширина зданий не может меняться в широких пределах для жилых зданий из условий освещённости и, как прави-

ло, находится в диапазоне 5-14 метров. Таким образом, основным параметром становится высота или этажность здания, с ростом которой заметно увеличивается составляющая потеря теплоты через стены (рис. 2). Естественно, что с увеличением этажности доля потерь теплоты через пол и потолок резко уменьшаются.

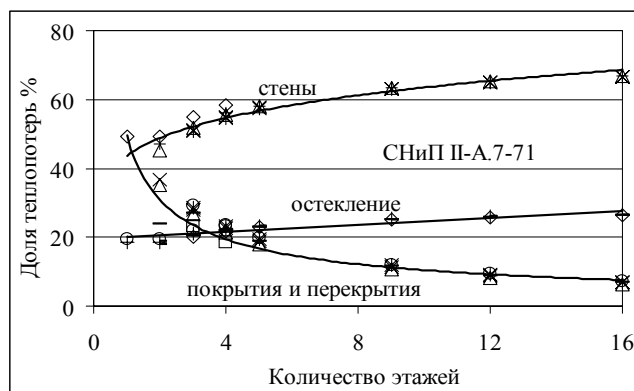


Рис. 2. Изменение доли потерь теплоты через различные ограждения с увеличением этажности здания ($b=5$ м для одноэтажных зданий, для остальных $b=12$ м)

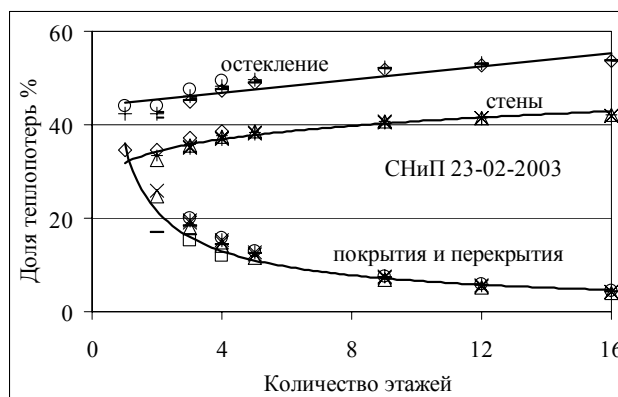


Рис. 3. Изменение доли потерь теплоты через различные ограждения с увеличением этажности здания ($b=5$ м для одноэтажных зданий, для остальных $b=12$ м) согласно СНиП 23-02-2003 [8]

Как следует из расчётов, влияние отношения длины к ширине незначительно; множество точек для каждого этажа на рис. 2 получены при различных значениях m .

Переход при строительстве зданий от СНиП II-A.7-71 [6] к СНиП 23-02-2003 [8] привел к существенному изменению соотношения тепловых потерь с ограждающих конструкций зданий. Рис. 3 иллюстрирует зависимость доли тепловых потерь от этажности здания для СНиП 23-02-2003 [8].

Рис. 2 и 3 свидетельствуют о том, что если для зданий, построенных во времена СССР, основным энергосберегающим мероприятием должно являться утепление стен, то для новых зданий ввиду того, что максимальные тепловые потери происходят через остекление, мероприятия по энергосбережению должны быть направлены на уменьшение тепловых потерь через окна.

Сравнительный анализ энергоэффективности жилых зданий, построенных в нашей стране в разные периоды, можно осуществить, используя широко применяемые на Западе удельные характеристики — тепловые потери в кВт·ч/(м²·год). Анализ трех документов, последовательно определявших нормы строительства жилых зданий, а именно: СНиП II-A.7-71 [6], СНиП II-3-79 [7] и СНиП 23-02-2003 [8], дает возможность отследить, как изменялись вышеупомянутые показатели при переходе к новым стандартам.

Рис. 4 иллюстрирует зависимость удельных тепловых потерь в кВт·ч/(м²·год) от этажности зданий, соответствующих данным СНиП. Показатели удельных тепловых потерь, рассчитанные по СНиП 23-02-2003 [8], находятся на достаточно высоком уровне энергоэффективности. Так, удельные тепловые потери «пассивных домов», экспериментальное строительство которых начато в Германии, по оценкам специалистов, составляют около 15 кВт·ч/(м²·год), данные взяты из работы Файста В. [9]. Учитывая, что расчетная

температура отопления в Германии существенно выше, чем принятая при данных расчетах $t_{p.o.} = -35^{\circ}\text{C}$, аналогичный показатель нового строительства в нашей стране приближается к мировому уровню.

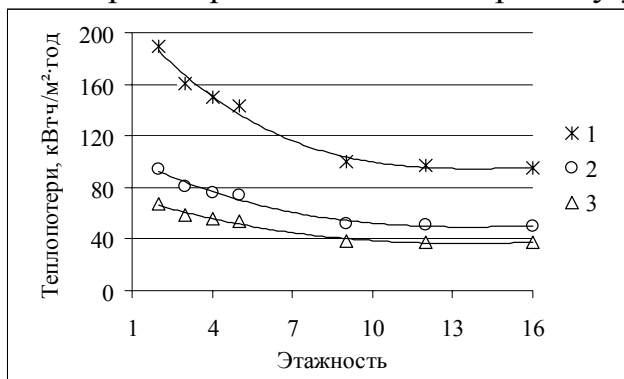


Рис. 4. Зависимость удельных тепловых потерь здания в кВт·ч/(м²·год) от этажности

- 1 – СНиП II-A.7-71 [6],
 2 – СНиП II-3-79b [7],
 3 – СНиП 23-02-2003 [8]

Вывод: Проведенный анализ потерь теплоты через различные типы ограждений и анализ удельных тепловых потерь зданий, построенных в разные годы, позволяет выявить наиболее эффективные мероприятия по энергосбережению при утеплении зданий для включения в программы энергосбережения муниципальных образований.

Библиографический список

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М.: Энергия, 1975. 368 с.
2. Апарцев М.М. Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения: Справ.-метод. пособие. М.: Энергоатомиздат, 1983. 204 с.
3. МДМ 41-4.2000 Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения. Утв. Приказом Госстроя России от 6 мая 2000 г. № 105.
4. Беляйкина И.В. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов, Л.П. Иголка, А.А. Лямин. Под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. М.: Энергоатомиздат, 1988. 376 с.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4–е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1973. 287 с.
6. СНиП II-A.7-71 Строительная теплотехника, нормы проектирования. Стройиздат. М., 1973.
7. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника. Минстрой России. М., 1995.
8. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. ГК РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России). М., 2004.
9. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов / Пер. с нем. под ред. А.Е. Елохова. М.: АСВ, 2008. 144 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ДВС ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

Шестаков Д.С.

ООО «Уральский дизель-моторный завод», e-mail: dima-shestakov83@mail.ru,

Жилкин Б.П., Плотников Л.В.

УрФУ, e-mail: tot@ustu.ru, plotnikovlv@mail.ru

Для решения задачи повышения энергоэффективности в области двигателестроения просматриваются два направления: